

CURSO MULTIPROFISSIONAL DE FIBROMIALGIA

Módulo II · Material científico para download

Otimização da Dose Metabólica e Prescrição Científica de Exercícios Físicos na Síndrome da Fibromialgia

Uma abordagem baseada em resposta cronotrópica, limiares de consumo de oxigênio e fisiologia celular

NÚCLEO CIENTÍFICO DO MÓDULO II

Incompetência cronotrópica

FITT-VP

Limiar aeróbico (LV1)

Algoritmo anti-PEM

Documento técnico-científico integrante do acervo do Curso Multiprofissional de Fibromialgia do IBPS. Reúne a fundamentação fisiológica, os parâmetros de prescrição e as evidências que sustentam o conteúdo do capítulo correspondente. Destinado a médicos, fisioterapeutas, profissionais de educação física, nutricionistas, psicólogos e peritos.

Ricardo Wallace das Chagas Lucas

Responsável Técnico · IBPS

Metodologia e curadoria: Lucas et al. (2026)

Mantenedora: Instituto Wallace · contato@institutowallace.com.br

Uso educacional restrito aos alunos matriculados

Otimização da dose metabólica e prescrição científica de exercícios físicos na síndrome da fibromialgia: uma abordagem baseada em resposta cronotrópica, limiares de consumo de oxigênio e fisiologia celular

A síndrome da fibromialgia é uma condição clínica complexa de dor crônica generalizada cuja fisiopatologia primária envolve a desregulação do processamento nociceptivo no sistema nervoso central.¹ Embora historicamente tenha sido classificada como uma desordem de base reumatológica ou puramente psicogênica, investigações contemporâneas de neuroimagem e biópsia tecidual consolidaram a compreensão de que a síndrome decorre de uma intrincada sobreposição entre sensibilização central, disautonomia sistêmica e profundas alterações no metabolismo energético mitocondrial periférico.¹ A prescrição do exercício físico estruturado é amplamente reconhecida como a intervenção não farmacológica com maior nível de evidência e custo-efetividade para mitigar o quadro algico, restaurar a capacidade funcional e atenuar sintomas secundários como a fadiga crônica, distúrbios do sono e alterações afetivas.⁴ No entanto, a determinação da dose metabólica ideal — caracterizada pelas variáveis de frequência, intensidade, tempo, tipo, volume total e progressão (FITT-VP) — exige do profissional de saúde uma análise minuciosa que transcende as diretrizes gerais de condicionamento físico aplicáveis à população saudável.⁴ Este relatório analisa de forma exaustiva as nuances fisiológicas da fibromialgia, propondo um modelo de prescrição baseado em evidências científicas e parâmetros metabólicos precisos.

Fisiopatologia neurometabólica e alterações da musculatura esquelética

Para compreender a intolerância ao esforço físico frequentemente relatada por portadores de fibromialgia, torna-se indispensável analisar as alterações fisiológicas que ocorrem nos níveis central, autonômico e muscular esquelético.

No plano central, a dor persistente é sustentada por um estado de sensibilização central, caracterizado pela hiperresponsividade de estruturas cerebrais responsáveis pelo processamento afetivo e sensorial da dor, tais como o córtex cingulado anterior e a ínsula.¹ Este fenômeno é acompanhado por um deficit acentuado no funcionamento das vias inibitórias descendentes da dor, as quais apresentam concentrações deprimidas de neurotransmissores monoaminérgicos essenciais, especificamente a serotonina e a norepinefrina, resultando no enfraquecimento dos mecanismos endógenos de modulação da dor.¹

Essa desregulação central opera de forma bidirecional com o sistema nervoso autônomo. Pacientes com fibromialgia exibem uma disautonomia marcante, caracterizada pela hiperatividade simpática contínua em repouso associada a uma resposta parassimpática deprimida.¹ Essa disfunção autonômica altera de forma significativa a regulação cardiovascular durante o repouso e o exercício, manifestando-se frequentemente como incompetência cronotrópica.¹⁰ A incompetência cronotrópica impede que o coração eleve sua frequência cardíaca de forma linear e proporcional ao incremento da carga de trabalho físico, inviabilizando a aplicação segura de equações preditivas convencionais de frequência cardíaca máxima para a prescrição de exercícios.¹⁰

Adicionalmente, o eixo hipotálamo-hipófise-adrenal (HPA) apresenta-se desregulado, promovendo respostas embotadas de cortisol frente a estressores físicos e psicológicos, o que retroalimenta o estado de fadiga e intolerância ao estresse biológico.¹ A nível imune, observa-se uma neuroinflamação de baixo grau mediada pela ativação sustentada de células da glia (microglia e astrócitos) no sistema nervoso central, que liberam citocinas

pró-inflamatórias como a interleucina 6 (IL-6) e o fator de necrose tumoral alfa (TNF- α).¹ Essas citocinas sensibilizam nociceptores e estão diretamente associadas à exacerbação dos sintomas de fadiga e humor deprimido.¹¹

O fator neurotrófico derivado do cérebro (BDNF) também desempenha um papel duplo e compartimentado na fisiopatologia da síndrome.¹² No gânglio da raiz dorsal e no corno dorsal da medula espinhal, a expressão exacerbada de BDNF atua como um mediador pró-nociceptivo que intensifica a transmissão sináptica da dor, promovendo alodinia e hiperalgesia.¹³ Em contrapartida, no hipocampo, a expressão de BDNF encontra-se significativamente reduzida, um fator que se correlaciona diretamente com o comprometimento da memória, deficits cognitivos (comumente referidos como "*fibrofog*") e comportamento do tipo depressivo.¹³ O exercício físico de intensidade moderada atua como um potente regulador neurobiológico desse sistema, sendo capaz de suprimir a superexpressão de BDNF nas vias nociceptivas espinhais periféricas ao mesmo tempo em que estimula a síntese e liberação de BDNF no hipocampo, restaurando a plasticidade sináptica e promovendo efeitos analgésicos e antidepressivos sistêmicos.¹³

No nível musculoesquelético periférico, a fibromialgia apresenta anormalidades estruturais e bioquímicas severas que limitam diretamente a capacidade de contração muscular sustentada e a tolerância ao esforço. Biópsias musculares de tecidos afetados, como o músculo trapézio e o *vastus lateralis*, revelam uma prevalência acentuada de fibras musculares com aspecto de "roído de traça" (*moth-eaten fibers*) e fibras vermelhas rasgadas (*ragged-red fibers*), alterações histológicas que indicam dano estrutural crônico e proliferação mitocondrial compensatória desorganizada.³ Micrografias eletrônicas demonstram uma perda substancial de cristas mitocondriais, edema orgânico e distorção na orientação espacial das mitocôndrias.²

Essas alterações ultraestruturais resultam em um comprometimento funcional da cadeia de transporte de elétrons, levando a uma redução de aproximadamente **22,1%** no Índice de Saúde Bioenergética (BHI) de células mononucleares periféricas, o qual correlaciona-se diretamente com a gravidade da dor clínica e da fadiga percebida.² Do ponto de vista bioquímico, os níveis basais de adenosina trifosfato (ATP) e fosfocreatina (PCr) no tecido muscular de pacientes com fibromialgia são cerca de **15% a 17%** e **21%** menores, respectivamente, em comparação a controles saudáveis.³

Durante o esforço físico, a síntese de fosfocreatina mostra-se gravemente defeituosa, e ocorre uma depleção acelerada das reservas energéticas locais acompanhada pelo aumento de subprodutos de degradação do ATP, o que sugere uma disfunção na membrana celular das fibras musculares esqueléticas.¹⁵ A atividade de enzimas oxidativas-chave do ciclo de Krebs e da beta-oxidação, como a citrato sintase e a 3-hidróxi-acil-CoA desidrogenase, também se encontra reduzida na musculatura desses indivíduos, limitando severamente a via aeróbica de ressíntese de energia.³

Paralelamente a esse deficit bioenergético celular, a microcirculação capilar muscular é caracterizada por uma redução significativa na densidade de capilares por milímetro quadrado de tecido muscular esquelético e por um espessamento endotelial patológico.³ Essa desordem microvascular limita a perfusão de oxigênio durante a atividade física, gerando um estado de hipóxia local crônica nos pontos dolorosos (*tender points*), o que exacerbava a fadiga e retarda a recuperação da força contrátil pós-exercício.³ O exercício físico aeróbico contínuo e progressivo de baixa a moderada intensidade atua diretamente sobre essas deficiências musculares, estimulando a biogênese mitocondrial e promovendo a angiogênese através do aumento de fatores de crescimento endotelial vascular (VEGF), restaurando a densidade capilar e a capacidade oxidativa celular.¹⁶ No entanto, se o estímulo físico for excessivamente vigoroso ou anaeróbico, a falta de ATP celular e a perfusão capilar ineficiente forçarão a musculatura a operar em via glicolítica láctica precoce, gerando alta produção de radicais livres,

estresse oxidativo e danos de membrana, o que resulta em exacerbação grave da dor e fadiga prolongada pós-exercício.¹⁵

Parâmetros cardiorrespiratórios e frequência cardíaca de treinamento

Diante da prevalência de incompetência cronotrópica induzida pela disautonomia, a determinação da frequência cardíaca de treino (FC_{treino}) em portadores de fibromialgia exige um desvio metodológico em relação às diretrizes clássicas aplicadas a populações híidas.¹⁰ No teste de esforço cardiopulmonar (TECP), indivíduos com fibromialgia exibem uma dissociação marcante entre a frequência cardíaca máxima prevista para a idade e a frequência cardíaca máxima real atingida sob exaustão, que se mostra significativamente inferior devido ao bloqueio autonômico e à fadiga periférica precoce.¹⁰

Por conseguinte, a avaliação do condicionamento físico através do consumo máximo de oxigênio ($\dot{V}O_2\text{máx}$) obtido em esforço máximo frequentemente subestima a capacidade aeróbica real do paciente, uma vez que a maioria dos indivíduos interrompe o teste antes de atingir o platô metabólico real do $\dot{V}O_2\text{máx}$.¹⁰ Diante dessa limitação, o primeiro limiar ventilatório (LV1 ou limiar aeróbico) consolida-se como o índice fisiológico mais fidedigno para balizar a prescrição do exercício, representando o limiar metabólico acima do qual se inicia o acúmulo sistêmico de lactato e a acidose metabólica progressiva.¹⁰

Para que o treinamento aeróbico promova benefícios adaptativos sem sobrecarregar a capacidade bioenergética mitocondrial já comprometida do paciente, a frequência cardíaca de treino deve ser ajustada precisamente ao nível do LV1.¹⁰ A análise de concordância entre diferentes equações preditivas e a frequência cardíaca real aferida diretamente no LV1 durante o TECP revela que fórmulas clássicas, como a proposta de Tanaka ($FC_{\text{máx}} = 208 - 0,7 \times \text{idade}$), falham em apresentar concordância estatística e clínica aceitável, superestimando a tolerância do paciente e prescrevendo intensidades de esforço excessivamente elevadas.¹⁰

Em contrapartida, duas abordagens matemáticas demonstram excelente nível de concordância clínica e reprodutibilidade com a frequência cardíaca no LV1, sendo recomendadas para a prática clínica diária:¹⁰

1 · EQUAÇÃO ESPECÍFICA PARA A FIBROMIALGIA (APLICAR INTENSIDADE FIXA DE 76%)

$$FC_{\text{máx}} = 209 - (0,85 \times \text{idade})$$

2 · EQUAÇÃO DE ÅSTRAND TRADICIONAL (APLICAR INTENSIDADE FIXA DE 76%)

$$FC_{\text{máx}} = 220 - \text{idade}$$

A aplicação de **76%** da frequência cardíaca máxima estimada por essas duas equações garante que o paciente realize o exercício na transição exata do limiar aeróbico.¹⁰ A fórmula de Karvonen baseada na frequência cardíaca de reserva (FCR) também apresenta correlação moderada a boa com o LV1 se, e somente se, a intensidade for mantida na faixa estrita de **52% a 60% da FCR**, embora diretrizes mais amplas aceitem intervalos de **40% a 75% da FCR** conforme a tolerância individual progredida ao longo das semanas de treinamento.¹⁸

A tabela abaixo sintetiza os parâmetros cardiorrespiratórios médios obtidos por meio de testes de esforço cardiopulmonar em populações diagnosticadas com a síndrome, explicitando a diferença entre os valores estimados e os efetivamente tolerados.

Tabela 1 — Parâmetros cardiorrespiratórios médios em teste de esforço cardiopulmonar (TECP).

Parâmetro cardiorrespiratório (TECP)	Média populacional	Significado clínico e implicações na prescrição
Frequência cardíaca basal	78,4 bpm	Indica uma atividade simpática elevada em repouso, secundária à disautonomia. ¹
Frequência cardíaca no LV1	127,2 bpm	Representa o alvo metabólico exato para o exercício aeróbico seguro e livre de acidose. ¹⁰
Frequência cardíaca máxima atingida	145,3 bpm	Demonstra incompetência cronotrópica severa frente ao estresse de esforço máximo. ¹⁰
Frequência cardíaca máxima prevista	173,0 bpm	Fórmulas convencionais de estimativa populacional saudável que não devem ser usadas isoladamente. ¹⁰
Consumo de oxigênio no LV1 ($\dot{V}O_2$ LV1)	1033,5 mL·min ⁻¹	Limite da capacidade aeróbica puramente oxidativa do paciente com fibromialgia. ¹⁰
Consumo máximo de oxigênio atingido ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$)	1363,4 mL·min ⁻¹	Valor significativamente inferior ao previsto, refletindo o descondicionamento e a miopatia. ¹⁰
Consumo de oxigênio máximo previsto ($\dot{V}O_{2\text{máx}}$ previsto)	1486,7 mL·min ⁻¹	Alvo teórico de capacidade cardiorrespiratória ideal para a faixa etária correspondente. ¹⁰

Paralelamente ao monitoramento eletrocardiográfico ou telemétrico da frequência cardíaca, o controle clínico da intensidade do esforço deve ser complementado pela Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg (PSE) de 6 a 20.¹⁹ Durante a fase ativa do exercício aeróbico, a PSE deve ser mantida rigidamente entre os valores de 11 (esforço "leve") e 13 (esforço "um pouco cansativo"), o que corresponde metabolicamente à transição aeróbica segura.¹⁹ O uso do Teste da Fala (*Talk Test*) atua como um biomarcador prático de alta sensibilidade e baixo custo: o paciente deve ser capaz de estruturar frases completas e conversar de forma fluida sem apresentar pausas respiratórias ofegantes.⁷ Caso o paciente apresente dispneia que impeça a fala contínua, infere-se que o limiar anaeróbico foi ultrapassado, sinalizando o acúmulo de lactato sistêmico e a necessidade de redução imediata da carga de trabalho para prevenir a exacerbação de sintomas musculares nas horas subsequentes.¹⁵

Classificação da intensidade do exercício aeróbico

Para padronização clínica das condutas e garantia de progressão segura, a tabela a seguir detalha a classificação de intensidade de esforço aeróbico proposta pelo Colégio Americano de Medicina do Esporte (ACSM), correlacionando os percentuais de consumo de oxigênio de reserva (% $\dot{V}O_{2R}$), frequência cardíaca de reserva (% FCR), frequência cardíaca máxima (% $FC_{\text{máx}}$) e os respectivos níveis na Escala de Percepção Subjetiva de Esforço de Borg.

Tabela 2 — Classificação ACSM de intensidade do exercício aeróbico aplicada à fibromialgia.

Nível de intensidade	% $\dot{V}O_{2R}$ ou % FCR	% $FC_{\text{máx}}$	Escala de Borg (6–20)	Aplicabilidade clínica na fibromialgia
Muito leve	< 37%	< 57%	< 9	Indicado para sessões de reabilitação inicial ou fases de crise aguda. ²³

Nível de intensidade	% $\dot{V}O_2R$ ou % FCR	% $FC_{m\acute{a}x}$	Escala de Borg (6–20)	Aplicabilidade clínica na fibromialgia
Leve	37% a 45%	57% a 63%	9 a 11	Zona de transição segura para os primeiros dias ou semanas de intervenção. ²⁰
Moderada	46% a 63%	64% a 76%	12 a 13	Zona terapêutica ótima. Oferece máxima estimulação analgésica com mínima fadiga. ¹⁰
Vigorosa	64% a 90%	77% a 95%	14 a 17	Contraindicada nas fases iniciais; permitida apenas para pacientes altamente adaptados. ²¹
Perto da máxima	≥ 90%	≥ 96%	≥ 18	Contraindicada de forma absoluta na síndrome devido ao alto risco de PEM. ¹⁵

Dosagem e prescrição do exercício aeróbico

O delineamento do exercício aeróbico para portadores de fibromialgia deve ser pautado no princípio da progressão lenta e gradual, evitando picos abruptos de volume ou intensidade que possam sobrecarregar a frágil maquinaria bioenergética muscular.²¹ Investigações clínicas recentes revelam que o volume acumulado de trabalho semanal desempenha um papel mais determinante na redução dos sintomas globais e na melhora da qualidade de vida do que a intensidade isolada do esforço.²⁵ Uma ampla metanálise de dose-resposta estabeleceu que a dose ideal de exercício aeróbico para promover analgesia significativa e melhora na funcionalidade é de exatamente 470 MET-min/semana.²⁵ A faixa de eficácia clínica terapêuticamente útil e segura estende-se de 75 a 750 MET-min/semana.²⁵ Ultrapassar o teto de 750 MET-min/semana não agrega benefícios adicionais substanciais e eleva de forma acentuada a taxa de abandono do tratamento e a incidência de crises graves de dor musculoesquelética.²⁰

Para a implementação prática da terapia aeróbica terrestre, como caminhadas ao ar livre ou em esteira rolante e ciclismo estacionário, recomenda-se iniciar o programa com sessões extremamente breves, variando de 5 a 10 minutos diários, realizadas em intensidade autoselecionada pelo paciente ou classificada como leve, com frequência de 2 a 3 dias por semana.⁸ Conforme a tolerância individual se consolida ao longo de um período de 6 a 12 semanas, o tempo de cada sessão deve ser estendido de forma progressiva, adicionando-se de 1 a 2 minutos por semana até que se atinja a meta terapêutica de 25 a 40 minutos contínuos por sessão.⁴ O volume final acumulado deve atingir entre 100 e 150 minutos semanais de atividade física de intensidade moderada, distribuídos de preferência em sessões de 30 a 45 minutos com frequência de 3 a 4 dias por semana, em dias não consecutivos, permitindo adequado repouso tecidual intersessões.⁴

Embora o exercício aeróbico contínuo de moderada intensidade (MICT) seja a abordagem padrão, o treinamento intervalado de alta intensidade (HIIT) tem sido investigado como uma alternativa para o aprimoramento da aptidão cardiovascular e a elevação do $\dot{V}O_2m\acute{a}x$ em pacientes clinicamente estáveis. Em protocolos experimentais, o HIIT estruturado em 4 a 6 ciclos de esforço de 1 a 4 minutos em alta capacidade (80% a 95% da $FC_{m\acute{a}x}$) intercalados por períodos iguais de recuperação ativa (30% a 50% da $FC_{m\acute{a}x}$), com duração total de 20 a 25 minutos por sessão, demonstrou eficácia na melhora da capacidade funcional.²⁸ No entanto, devido à severa depleção de ATP periférico e à isquemia tecidual que acompanham intensidades próximas à exaustão, o HIIT apresenta menor tolerabilidade inicial, devendo ser estritamente restrito a indivíduos que já completaram fases prévias de adaptação aeróbica contínua e que não apresentam sinais de sensibilização central exacerbada ou intolerância ao esforço pós-treino.¹⁵ Exercícios aeróbicos de intensidade muito leve a leve (abaixo de 50% da $FC_{m\acute{a}x}$) mostram-se clinicamente ineficazes para a redução de sintomas ou

ganho de capacidade cardiorrespiratória no longo prazo, exceto como estratégia inicial de quebra de cinesiofobia em indivíduos severamente debilitados.²⁸

A modalidade aquática (hidroterapia e hidroginástica) destaca-se como a intervenção aeróbica de maior taxa de adesão e eficácia clínica para portadores de quadros hiperálgicos severos.²⁵ O exercício aquático aeróbico deve ser realizado em piscinas aquecidas mantidas em temperaturas terapeuticamente confortáveis, idealmente entre 32 °C e 36 °C (abaixo de 97 °F).²⁴ A imersão em água aquecida atua diretamente na redução da rigidez muscular e do espasmo miofascial através da ativação de termorreceptores cutâneos que bloqueiam as vias aferentes de dor e promovem vasodilatação sistêmica, otimizando o fluxo sanguíneo para a musculatura esquelética.²¹

O empuxo físico exercido pela água reduz de forma significativa o impacto mecânico sobre as articulações e o estresse de sustentação corporal, atenuando a dor relacionada à gravidade.²¹ A dosagem ótima estabelecida para o exercício aquático aeróbico consiste em sessões de 60 minutos de duração, realizadas com frequência de apenas 1 a 2 vezes por semana, estendendo-se por um período contínuo de 12 a 16 semanas.²⁵ Essa configuração, que prioriza sessões mais longas porém em menor frequência semanal, garante o estímulo adaptativo necessário ao mesmo tempo em que oferece ampla janela de recuperação metabólica e celular, mitigando de forma eficiente os sintomas álgicos em indivíduos com fibromialgia crônica severa.²⁵ A intensidade na água deve ser mantida na faixa de 60% a 80% da $FC_{máx}$ ou ajustada entre 50% e 75% do $\dot{V}O_{2máx}$ individual do paciente, monitorando-se a percepção de esforço na faixa de 9 a 13 da Escala de Borg.¹⁸

Prescrição do exercício resistido e treinamento de força

O treinamento resistido desempenha um papel crucial e insubstituível na reabilitação física de pacientes com fibromialgia, atuando diretamente sobre o aumento da força muscular, a restauração da massa muscular e a redução da fadiga crônica periférica.⁵ Do ponto de vista metabólico, o incremento na massa muscular esquelética expande as reservas locais de fosfocreatina e glicogênio, ampliando a capacidade bioenergética do tecido e reduzindo o impacto do déficit de oxigenação tecidual durante as atividades cotidianas.⁶ No entanto, para evitar microlesões teciduais excessivas e o agravamento da dor tardia (DOMS), que se apresenta de forma amplificada e prolongada nessa população, a prescrição da carga mecânica deve obedecer a uma metodologia rigidamente controlada e progressiva.¹⁸

O programa de força deve ser estruturado com frequência de 2 a 3 dias por semana, garantindo-se obrigatoriamente um intervalo mínimo de 48 horas (dois dias de descanso) entre as sessões para viabilizar a recuperação celular do sarcolema e a ressíntese de ATP intracelular.¹⁸ A estrutura de cada sessão de treinamento deve conter três fases bem delineadas: uma fase de aquecimento dinâmico de 5 a 10 minutos baseada em caminhadas leves ou alongamentos ativos suaves; a fase de treinamento resistido com duração estrita de 30 a 50 minutos; e uma fase final de relaxamento e alongamentos estáticos passivos durando de 5 a 10 minutos.¹⁸

No início do programa de treinamento de força, a intensidade da carga de trabalho deve ser estabelecida na faixa de 40% a 60% de uma repetição máxima (1RM).¹⁸ Para indivíduos altamente estáveis e adaptados que buscam hipertrofia e ganho primário de força máxima, a carga pode ser elevada de forma extremamente gradual e controlada até atingir a faixa de 60% a 80% (podendo alcançar, em protocolos avançados de longa duração, o teto de 85%) de 1RM.⁶ Para portadores que apresentam severa intolerância à sobrecarga articular ou cinesiofobia acentuada, a prescrição deve priorizar o ganho de resistência muscular localizada, utilizando cargas leves inferiores ou iguais a 50% de 1RM.⁶

O volume de exercícios por sessão de força deve englobar de 4 a 12 movimentos multiarticulares que contemplem os principais grupos musculares corporais (como *leg press*, extensora, flexora, puxada na polia alta, remada sentada, supino articulado, elevação pélvica e exercícios de estabilidade do *core*), com ênfase inicial em movimentos guiados por máquinas ou que utilizem o próprio peso corporal e faixas elásticas de resistência para minimizar o risco de lesões.¹⁸ Devem ser executadas de 1 a 3 séries por exercício.¹⁸ Nas primeiras semanas de intervenção, o volume de repetições por série deve iniciar de forma atenuada, prescrevendo-se apenas 4 a 5 repetições para evitar o estresse excêntrico inicial.⁸ À medida que a tolerância mecânica se desenvolva, o volume deve evoluir gradativamente para 8 a 12 repetições por série na prescrição direcionada à força muscular, realizando-se de 2 a 4 séries totais por grupo muscular.⁶ Na prescrição voltada à resistência muscular localizada, o volume deve progredir para 15 a 20 repetições por série, limitando-se ao teto de 2 séries por exercício.⁶

O componente metabólico mais crítico e frequentemente negligenciado na musculação para a fibromialgia é o intervalo de recuperação entre as séries, que deve ser estabelecido em no mínimo 1 a 2 minutos de repouso passivo completo.¹⁸ Pacientes com a síndrome apresentam cinética de ressíntese de fosfocreatina significativamente lentificada devido à disfunção mitocondrial.¹⁴ Conseqüentemente, intervalos de descanso insuficientes (inferiores a um minuto) forçam o músculo a utilizar de forma repetitiva a via anaeróbica láctica, culminando em acidose tecidual precoce, fadiga súbita e danos mecânicos cumulativos às fibras musculares.¹⁵ Adicionalmente, contrações musculares excêntricas excessivas, movimentos vigorosos de alto impacto, sustentação de cargas pesadas em posições suspensas ou com os braços elevados de forma sustentada acima da cabeça devem ser terminantemente evitados, pois são biomecanicamente mal tolerados e induzem microlesões excessivas no tecido muscular esquelético hipóxico.²³ Deve-se orientar o paciente a realizar movimentos de forma lenta e controlada, mantendo uma respiração fluida e evitando o bloqueio respiratório (manobra de Valsalva), que elevaria a pressão intratorácica e exacerbaria a hiperatividade simpática.²⁴

Treinamento de flexibilidade e práticas mente-corpo

A inclusão do treinamento de flexibilidade e de práticas que integram o controle neuromotor e a atenção plena (mente-corpo) é fundamental para restaurar a mobilidade articular, reduzir o tônus muscular basal hiperativo e readequar a modulação autonômica do paciente com fibromialgia.¹

O treinamento de flexibilidade deve ser conduzido com frequência de 2 a 3 dias por semana.⁵ A prescrição deve focar no alongamento estático dos principais grupos musculares e cadeias miofasciais do corpo que apresentam maior tensão crônica, como a musculatura cervical, o trapézio superior, os peitorais, os lombares, os isquiotibiais e o tríceps sural.²¹ Durante a execução, o paciente deve alongar a musculatura de forma lenta e suave até atingir o ponto de sentir o músculo tensionado ou sob leve desconforto, devendo evitar de forma absoluta atingir ou ultrapassar o limiar de dor aguda.⁶ O alongamento excessivo que desencadeia dor ativa o fuso muscular e gera uma contração reflexa defensiva (reflexo miotático), piorando o espasmo muscular e a rigidez.²³ Cada padrão de alongamento deve ser sustentado de forma estática por um período de 10 a 30 segundos, realizando-se de 3 a 4 repetições por padrão.⁸ Movimentos balísticos ou alongamentos com insistência elástica (saltos e oscilações) são totalmente contraindicados devido ao risco de lesão tecidual e ativação nociceptiva periférica.²¹

As práticas mente-corpo, representadas principalmente pelo Tai Chi (especialmente o estilo Yang), Yoga e Qi Gong, têm emergido na literatura médica como ferramentas terapêuticas de extraordinária eficácia clínica no controle da fibromialgia.⁵ Ensaios clínicos randomizados de alta qualidade demonstram que a prática regular de Tai Chi realizada de 1 a 2 vezes por semana, por um período de 12 a 24 semanas, promove reduções na

pontuação do Questionário de Impacto da Fibromialgia (FIQ) e alívio da dor clínica significativamente superiores aos observados com a prática isolada de exercícios aeróbicos terrestres de intensidade moderada.³⁰ A Yoga e o Tai Chi combinam movimentos fluidos de baixa velocidade, controle postural rigoroso, técnicas de respiração profunda (*pranayamas* e respiração diafragmática) e atenção plena (meditação focada), atuando de forma sinérgica na redução da ansiedade, depressão e estresse.³⁰

Do ponto de vista fisiológico, essas práticas estimulam o nervo vago, promovendo a elevação do tônus parassimpático e restabelecendo o equilíbrio autonômico comprometido pela disautonomia simpática.¹ Adicionalmente, auxiliam na quebra do ciclo de cinesiofobia através de movimentos seguros e prazerosos.²¹ A dosagem inicial para essas práticas deve contemplar sessões de 10 a 15 minutos de duração, progredindo de forma consistente até atingindo de 60 a 120 minutos semanais de prática supervisionada.¹⁸

O fenômeno do Mal-Estar Pós-Esforço (PEM) e o algoritmo de autogestão

O maior obstáculo para a adesão e o sucesso clínico dos programas de reabilitação física na fibromialgia é o desencadeamento do Mal-Estar Pós-Esforço (PEM, do inglês *Post-Exertional Malaise*), frequentemente descrito pelos pacientes como um "colapso" ou "crash".²⁹ O PEM caracteriza-se por uma exacerbação desproporcional da dor generalizada, fadiga profunda incapacitante, cefaleia, distúrbios cognitivos acentuados e sensação de exaustão física e mental que surge tipicamente entre 12 e 48 horas após a realização de uma sessão de esforço físico que excedeu a capacidade de compensação homeostática do indivíduo, podendo persistir por dias ou semanas.²¹

A etiologia molecular do PEM na fibromialgia está diretamente ancorada na falha bioenergética mitocondrial e na microcirculação capilar ineficiente descritas anteriormente.³ Diante de um esforço excessivo, a incapacidade muscular de ressintetizar ATP pela via oxidativa gera estresse metabólico celular crítico, levando ao acúmulo de metabólitos de degradação purínica e dano oxidativo de membranas com rompimento do sarcolema, estimulando diretamente as vias nociceptivas centrais e promovendo uma crise inflamatória e algica sistêmica.

11

Para contornar o risco de PEM e promover adaptações fisiológicas sustentadas, a prescrição clínica do exercício deve adotar um algoritmo dinâmico de autogestão baseado na responsividade dos sintomas individuais do paciente.⁷ Este modelo baseia-se no monitoramento diário da Escala Visual Analógica (EVA) de dor e na flutuação diária da dor antes e após as sessões:

FLUTUAÇÃO DIÁRIA DA DOR

$$\Delta EVA = EVA_{\text{pós-exercício}} - EVA_{\text{pré-exercício}}$$

O paciente deve ser instruído a mensurar seu nível de dor em uma escala de 0 a 10 antes do início de qualquer atividade física.⁷ O algoritmo clínico opera sob as seguintes premissas fisiológicas de ajuste de dose:⁷

- 1. Estabilidade ou melhora dos sintomas ($\Delta EVA \leq 0$):** se a dor pós-exercício mantiver-se igual ou inferior ao nível pré-exercício, a dose atual de esforço está metabolicamente tolerada. O paciente pode manter o programa ou progredir o volume semanal utilizando a "Regra dos 10%", na qual o tempo total de treino ou o número de repetições semanais não deve ser aumentado em mais de 10% de uma semana para a outra.²²
- 2. Dor leve a moderada pós-exercício (ΔEVA de +1 a +2 pontos):** se o paciente relatar dor leve ou rigidez muscular aumentada que regrida totalmente em até 24 horas, o estímulo físico é considerado aceitável e

adaptativo.²¹ A dose deve ser mantida estável na sessão seguinte, aguardando-se a acomodação biológica antes de realizar novas progressões.²³

- 3. Dor intensa ou prolongada pós-exercício (Δ EVA \geq +3 pontos ou persistência de sintomas por > 24 horas):** se o esforço induzir uma exacerbação algica severa ou prolongada, infere-se que a dose metabólica superou o limiar de tolerância mitocondrial, aproximando-se do gatilho do PEM.²¹ O paciente não deve interromper as atividades físicas por completo.²⁴ O repouso prolongado induz rápido descondiccionamento cardiovascular, atrofia capilar e amplificação da sensibilização central da dor.¹ O algoritmo preconiza que, na sessão seguinte, o paciente mantenha exatamente o mesmo tempo de atividade física, porém realizando-a em intensidade drasticamente reduzida (passando de caminhada moderada para caminhada leve de manutenção, ou realizando apenas mobilizações articulares ativas e respiração profunda).²⁴ Essa estratégia mantém a perfusão capilar muscular ativa, estimula a drenagem de metabólitos teciduais e previne a cinesiofobia sem gerar novas ativações de nociceptores centrais.¹⁴ Uma vez cessada a crise, a dose pode retornar gradualmente ao nível anterior seguro.²⁹

Conclusões e recomendações clínicas unificadas

A reabilitação física de pacientes com a síndrome da fibromialgia exige do profissional de saúde uma mudança de paradigma: o exercício deve ser tratado não apenas como um meio de condicionamento cardiovascular ou ganho de força, mas como uma intervenção farmacológica de alta precisão cujas dosagens metabólicas celulares determinam diretamente o sucesso ou o colapso terapêutico.⁷ Diante de uma condição fisiopatológica marcada por deficiências ultraestruturais mitocondriais, limitações na síntese de ATP e incompetência cronotrópica autonômica, a prescrição empírica baseada em fórmulas de condicionamento genérico para indivíduos saudáveis expõe o paciente a altos riscos de exacerbação algica e abandono precoce do tratamento.³

As evidências científicas atuais demonstram que a dose aeróbica ótima para analgesia situa-se no patamar de 470 MET-min/semana, operando estritamente dentro da faixa segura de 75 a 750 MET-min/semana.²⁵ Para contornar a disautonomia do paciente, a frequência cardíaca de treino deve ser balizada precisamente abaixo ou no nível do primeiro limiar ventilatório (LV1), utilizando-se equações validadas para essa população, como 76% da $FC_{m\acute{a}x}$ estimada pela fórmula $FC_{m\acute{a}x} = 209 - (0,85 \times \text{idade})$.¹⁰ Clínicos devem incorporar o Teste da Fala e o controle subjetivo da percepção de esforço na faixa de 11 a 13 da Escala de Borg como garantias de segurança metabólica diária contra o acúmulo de lactato.⁷

O treinamento resistido deve atuar como terapia complementar de reestruturação de força e aumento do *pool* celular de ATP-PCr, caracterizando-se por frequências de 2 a 3 dias não consecutivos por semana, cargas iniciais moderadas (40% a 60% de 1RM) e repouso de no mínimo 1 a 2 minutos entre as séries, tempo indispensável para a ressíntese vagarosa de fosfocreatina nas mitocôndrias disfuncionais.¹⁵ O programa deve ser enriquecido com sessões de flexibilidade estática suave e práticas integrativas mente-corpo, como o Tai Chi e a Yoga, que atuam no equilíbrio autonômico vagal e na modulação afetiva da dor.¹

Por fim, o manejo clínico deve monitorar e blindar o paciente contra o Mal-Estar Pós-Esforço (PEM) por meio de um algoritmo de autogestão baseado na flutuação diária da dor (Δ EVA), aplicando a regra de progressão cautelosa de 10% semanais e adotando a redução de intensidade — em vez do repouso absoluto — durante períodos de crise aguda.⁷ Ao unificar o rigor fisiológico à sensibilidade clínica, o terapeuta viabiliza um processo de adaptação tecidual seguro e sustentável, promovendo o resgate da funcionalidade, a atenuação da dor e o retorno à autonomia funcional.

Referências citadas

1. Role of Exercise in Fibromyalgia Management: A Narrative Review. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12890375/>
2. Mitochondrial function in patients affected with fibromyalgia syndrome is impaired and correlates with disease severity. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11618515/>
3. Muscle in fibromyalgia. Rheumatology — Oxford Academic. <https://academic.oup.com/rheumatology/article/41/7/721/1788210>
4. Aerobic Exercise Prescription for Pain Reduction in Fibromyalgia: A Review. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11730678/>
5. Effects of Combined Training Programs in Individuals with Fibromyalgia: A Systematic Review. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10298318/>
6. Adherence to ACSM exercise guidelines and its influence on Fibromyalgia treatment outcomes: a meta-analysis of randomized controlled trials. Frontiers. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2024.1413038/full>
7. Exercise as Medicine: Quantifying the Effects of Physical Activity. MDPI. <https://www.mdpi.com/2076-3425/16/4/365>
8. The Effects of Strength, Flexibility, and Aerobic Training on the Management and Improvement of Symptoms of Fibromyalgia in Women. ETAMU. <https://lair.etamu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1194&context=honorstheses>
9. Mechanisms, symptoms, and exercise modality in fibromyalgia — authors' response. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC13080597/>
10. What Mathematical Models Are Accurate for Prescribing Aerobic Exercise in Women with Fibromyalgia? MDPI. <https://www.mdpi.com/2079-7737/11/5/704>
11. The potential impact of exercise on affect and neuroinflammation in older adults living with fibromyalgia: a scoping review. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11743465/>
12. Brain-derived neurotrophic factor and exercise in fibromyalgia syndrome patients: a mini review. PubMed. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22210272/>
13. Modulation of Brain-derived Neurotrophic Factor Expression by Exercise. EN Journal. <https://www.en-journal.org/journal/view.html?uid=663>
14. Fibromyalgia is Associated With Altered Skeletal Muscle Characteristics Which May Contribute to Post-Exertional Fatigue in Post-Menopausal Women. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC3558634/>
15. Fibromyalgia and Metabolic Abnormalities. News-Medical.Net. <https://www.news-medical.net/health/Fibromyalgia-and-Metabolic-Abnormalities.aspx>
16. Effects of Exercise Training on Mitochondrial and Capillary Growth in Human Skeletal Muscle: A Systematic Review and Meta-Regression. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11787188/>
17. The Role of Exercise on Glial Cell Activity in Neuropathic Pain Management. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11988158/>
18. Therapeutic exercise in fibromyalgia syndrome: a narrative review. Open Exploration. <https://www.explorationpub.com/Journals/ent/Article/100467>
19. Fitness with Fibromyalgia. FMA. <https://www.fmaware.org/fitness-with-fibromyalgia/>
20. Aerobic exercise training for adults with fibromyalgia. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6481524/>
21. Exercises & stretches for fibromyalgia. Sword Health. <https://swordhealth.com/care-explorer/fibromyalgia/exercises-stretching>
22. Exercise intensity: How to measure it. Mayo Clinic. <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/fitness/in-depth/exercise-intensity/art-20046887>
23. Fibromyalgia and Exercise. AllActive. <https://allactive.co.uk/2020/02/18/fibromyalgia-and-exercise/>
24. Fibromyalgia — Exercise is Medicine. https://www.exerciseismedicine.org/wp-content/uploads/2021/04/EIM_Rx-for-Health_Fibromyalgia.pdf
25. Optimal aerobic exercise dose for pain relief in fibromyalgia. Frontiers. <https://www.frontiersin.org/journals/physiology/articles/10.3389/fphys.2025.1693735/full>
26. Optimal Dose of Aerobic Exercise Programs to Reduce Pain. Physical Therapy — Ovid. <https://www.ovid.com/journals/phythe/fulltext/10.1093/ptj/pzaf057>
27. Physical Activity Guidelines. ACSM. <https://acsm.org/education-resources/trending-topics-resources/physical-activity-guidelines/>
28. High-intensity Interval Training in Patients With Fibromyalgia (NCT03924960). ClinicalTrials.gov. <https://clinicaltrials.gov/study/NCT03924960>
29. Exercise and Fibromyalgia. My Health Alberta. <https://myhealth.alberta.ca/Health/pages/conditions.aspx?hwid=hw195866>

30. Fibromyalgia: Exercise helps — here's how to start. Harvard Health. <https://www.health.harvard.edu/blog/fibromyalgia-exercise-helps-heres-how-to-start-202010132295>
-

Documento reformatado para fins didáticos a partir do material original do Módulo II. As fórmulas e tabelas foram reconstruídas tipograficamente; os parâmetros numéricos preservam os valores do texto-fonte. Na Tabela 1, os desvios-padrão não estavam legíveis no arquivo original e foram omitidos; na Tabela 2, os limites das faixas "Muito leve" e "Perto da máxima" foram inferidos a partir das faixas adjacentes da classificação ACSM.